

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 848**

51 Int. Cl.:

F01K 3/16 (2006.01)

F01K 3/00 (2006.01)

F22B 1/02 (2006.01)

F01K 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/EP2015/055908**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150458**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15741753 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3259456**

54 Título: **Pre calentamiento de un HRSG durante el modo inactivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)**

**Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**BARMEIER, TILL ANDREAS y
SEIDEL, VOLKER**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 711 848 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

PRECALENTAMIENTO DE UN HRSG DURANTE EL MODO INACTIVO**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de almacenamiento de energía térmica. En particular, la presente invención se refiere a un sistema para almacenar energía térmica y a un método para hacer funcionar un sistema para almacenar energía térmica.

10

Técnica anterior

En el sistema de electricidad de hoy en día las fuentes de energía renovables y una integración de fuentes de energía renovables en redes de suministro de potencia han llegado a ser más importantes que nunca. Las redes de suministro de potencia convencionales se diseñaron para una producción de potencia centralizada con un suministro de potencia continuo. El suministro de potencia continuo puede garantizarse mediante energías convencionales tales como carbón, combustible líquido, gas natural o energía nuclear. La energía proporcionada por fuentes de energía renovables tales como la eólica o la solar es difícil de predecir y depende de condiciones meteorológicas tales como la velocidad del viento y la radiación solar. Por tanto, una integración de tales cantidades fluctuantes de energía renovable en la red de suministro de potencia supone un reto para la red de suministro de potencia. Además, la ubicación de la producción de energía renovable tal como radiación solar o viento de mar o terrenal no coincide habitualmente con la región de consumo de potencia alto.

En soluciones actuales, la carga de base en la red de suministro de potencia se proporciona mediante energía convencional tal como por ejemplo centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles. Cuando se proporciona una alta cantidad de potencia mediante energía renovable, se restringe la carga de base o bajan los precios de la energía por debajo de los límites económicos de productores de potencia.

Otro enfoque para gestionar la producción fluctuante de energía renovable es almacenar la energía en exceso en almacenamientos de energía térmica. Por tanto, almacenar energía térmica desempeña un papel destacado en una mejora de la estabilidad de las redes de suministro de potencia. En momentos con ninguna o baja presencia de viento o radiación solar o en momentos con un alto consumo de energía, la energía térmica almacenada se extrae del almacenamiento de energía térmica y se usa para producir energía eléctrica. La energía eléctrica producida se alimenta en la red de suministro de potencia para satisfacer picos de consumo de potencia o un consumo de potencia elevado durante periodos de tiempo más prolongados.

El tiempo de respuesta de los almacenamientos de energía térmica y sistemas que comprenden almacenamientos de energía térmica es crucial para una integración de tales almacenamientos de energía térmica en redes de suministro de potencia. La producción de potencia de energías renovables no puede predecirse y, por tanto, la energía en exceso debe transferirse y almacenarse rápidamente en el almacenamiento de energía térmica. En momentos con baja producción de potencia mediante energía renovable, la energía térmica almacenada en el almacenamiento de energía térmica debe extraerse rápidamente del almacenamiento de energía térmica y alimentarse a la red de suministro de potencia.

Las tecnologías actuales de ciclo de vapor necesitan prolongados procedimientos de arranque en comparación con por ejemplo una batería, una turbina de gas de ciclo único o una central hidroeléctrica de bombeo. Esto se debe, por ejemplo, a una reducción requerida del esfuerzo térmico en un componente de un sistema actual para almacenar energía térmica tal como un generador de vapor.

Una tecnología convencional para proporcionar un tiempo de respuesta relativamente corto es el generador de vapor de paso único (OTSG) que aplica el concepto de Benson y el concepto de Sulzer, respectivamente. El OTSG es un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) especializado que no comprende colectores de vapor. El OTSG proporciona un tiempo de arranque corto debido a la ausencia de los colectores de vapor, el pequeño grosor de pared de sus componentes, un volumen de agua menor por consiguiente y menos inercia térmica.

Las ventajas del OTSG van acompañadas de determinadas desventajas que pueden estar asociadas con la geometría del OTSG. Estas desventajas pueden ser significativas. Más bien, el OTSG requiere un completo sistema de control para administrar de manera precisa el contenido de agua en su vaporizador como reacción al flujo másico y la temperatura variables del flujo de gas caliente que está presente en el OTSG. Por tanto, el OTSG necesita un alto número de sensores. Este alto número de sensores hace que el OTSG sea frágil ante un fallo. Un uso convencional del OTSG en un sistema para almacenar energía térmica conduce a un sistema más complejo con costes operativos más altos.

El documento EP 2 685 101 A1 da a conocer un sistema para almacenar energía térmica, comprendiendo el sistema un dispositivo de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, en el que puede hacerse circular un fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico de tal manera que puede intercambiarse

energía térmica entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el fluido de trabajo, y un dispositivo de generación de vapor para calentar un fluido de trabajo de turbina de vapor de un sistema de turbina de vapor.

Se conoce otro sistema a partir del documento DE 102 60 993 A1.

Puede existir la necesidad de un sistema robusto y rentable para almacenar energía térmica que tenga su tiempo de respuesta corto en el procedimiento de arranque.

Sumario de la invención

Puede ser un objeto de la presente invención proporcionar un sistema sencillo, robusto y rentable para almacenar energía térmica que tenga un tiempo de respuesta corto en un procedimiento de arranque.

Este objeto puede resolverse mediante un sistema para almacenar energía térmica y mediante un método para hacer funcionar un sistema para almacenar energía térmica según las reivindicaciones independientes.

Según un primer aspecto de la presente invención se da a conocer un sistema para almacenar energía térmica. El sistema comprende un dispositivo de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica. Puede hacerse circular un fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico de tal manera que puede intercambiarse energía térmica entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el fluido de trabajo. El sistema comprende además un dispositivo de generación de vapor para calentar un fluido de trabajo de turbina de vapor de un sistema de turbina de vapor, una tubería de conexión que conecta el dispositivo de almacenamiento térmico con el dispositivo de generación de vapor de tal manera que el fluido de trabajo puede alimentarse al dispositivo de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor, y un dispositivo de precalentamiento. El dispositivo de precalentamiento se conecta entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor de tal manera que el dispositivo de precalentamiento y una sección de derivación de la tubería de conexión se conectan en paralelo de tal manera que una parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través del dispositivo de precalentamiento, y una parte de derivación del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través de la sección de derivación de la tubería de conexión.

El dispositivo de generación de vapor puede intercambiar energía térmica, por ejemplo mediante un intercambiador de calor, con un sistema de turbina de vapor. En particular, el sistema de generación de vapor calienta el fluido de trabajo de turbina de vapor para impulsar el sistema de turbina de vapor. En una realización a modo de ejemplo adicional, el dispositivo de generación de vapor puede comprender una caldera o un evaporador. Los intercambiadores de calor son dispositivos para transferir energía térmica de un medio a otro en la dirección de un gradiente de temperatura. Los intercambiadores de calor se construyen para cambiar el estado de un medio, por ejemplo mediante enfriamiento, calentamiento o cambiar el estado de agregación del medio. En una realización a modo de ejemplo adicional, el dispositivo de generación de vapor comprende un intercambiador de calor directo o un intercambiador de calor indirecto. En un intercambiador de calor directo, el calor se intercambia sin paredes macizas que separen los diferentes medios y, por tanto, mediante contacto directo entre los dos medios que se usan. En un intercambiador de calor indirecto, el calor se transfiere de un medio a otro medio a lo largo de paredes macizas que separan los dos medios que se usan, uno de otro. En una realización a modo de ejemplo adicional, el dispositivo de generación de vapor puede comprender también un intercambiador de calor a contraflujo, un intercambiador de calor de flujos paralelos, un intercambiador de calor de doble tubo, un intercambiador de calor de carcasa y tubos, un intercambiador de calor de placas o un intercambiador de calor que consista en más de una fase de intercambio de calor para mejorar la eficiencia.

El fluido de trabajo de turbina de vapor describe el fluido que impulsa el sistema de turbina de vapor. El fluido de trabajo de turbina de vapor puede ser vapor, vapor de agua o vapores con una fracción másica alta de agua en ellos, respectivamente. En una realización a modo de ejemplo adicional, el vapor de agua puede estar saturado pero también insaturado. Además, puede ser posible añadir suplementos al vapor de agua para influir en las características físicas del vapor de agua, tales como por ejemplo el punto de evaporación o el punto de condensación o las propiedades químicas tales como el valor de PH.

El sistema de turbina de vapor puede ser un sistema que comprende una turbina de vapor y dispositivos adicionales para transformar energía térmica en energía mecánica y electricidad, respectivamente. La realización a modo de ejemplo del sistema de turbina de vapor descrita a continuación sólo es a modo de ejemplo y no limitativa. El sistema de turbina de vapor comprende una turbina de vapor, un condensador, un generador, una primera bomba y una segunda bomba. La turbina de vapor puede ser una turbina de vapor de fases múltiples o una turbina de fase única. En una turbina de fases múltiples, el fluido de trabajo de turbina de vapor puede volverse a calentar entre las diferentes fases o parte del fluido de trabajo de turbina de vapor puede extraerse de la turbina de vapor debido a un enfriamiento demasiado excesivo del fluido de trabajo de turbina de vapor. La turbina de vapor comprende palas que se conectan a un árbol. La energía del fluido de trabajo de turbina de vapor que fluye a través de la turbina de vapor se transmite mediante las palas de la turbina de vapor al árbol. El generador se conecta al árbol de la turbina de vapor y convierte la energía de rotación del árbol de la turbina de vapor en energía eléctrica. La energía eléctrica generada puede transferirse entonces a una red de suministro de potencia o cualquier otro usuario final. Después de

fluir a través de la turbina de vapor, el fluido de trabajo de turbina de vapor fluye a través del condensador en el que se condensa el fluido de trabajo de turbina de vapor en su estado líquido. La primera bomba y la segunda bomba impulsan el fluido de trabajo de turbina de vapor a través de los diferentes componentes del sistema de turbina de vapor y a través del dispositivo de generación de vapor.

5 El fluido de trabajo puede ser un medio que fluye a través del sistema para almacenar energía térmica tal como por ejemplo un gas o un líquido. Además, el medio puede ser una mezcla que consiste en un componente principal, tal como agua, con suplementos añadidos para influir en las características físicas de la mezcla, tales como por ejemplo el punto de evaporación o el punto de condensación.

10 El dispositivo de almacenamiento térmico puede ser un almacenamiento térmico sensible o un almacenamiento de calor latente. El dispositivo de almacenamiento térmico puede llenarse con un material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico puede ser un material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos, cerámica u otro material sólido que tenga la capacidad de calentarse, mantener su temperatura y por tanto almacenar energía térmica a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado. Debe entenderse que también puede usarse agua como material de almacenamiento de energía térmica. El material de almacenamiento térmico puede calentarse mediante el fluido de trabajo.

15 La tubería de conexión puede ser un tubo o un conducto. La tubería de conexión permite que el fluido de trabajo fluya desde el dispositivo de almacenamiento térmico en dirección hacia el dispositivo de generación de vapor y viceversa.

20 El dispositivo de precalentamiento se conecta en paralelo a la tubería de conexión. La sección de la tubería de conexión que se conecta en paralelo al dispositivo de precalentamiento es la sección de derivación de la tubería de conexión. El fluido de trabajo que fluye entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor puede dividirse en dos corrientes. La primera de las dos corrientes se guía a través del dispositivo de precalentamiento y, por tanto, es la parte de precalentamiento. La segunda de las dos corrientes se guía a través de la sección de derivación y, por tanto, es la parte de derivación. La razón entre la parte de derivación y la parte de precalentamiento puede depender de condiciones límite dadas tales como la presión total del sistema o la cantidad de calor requerida para el dispositivo de generación de vapor.

25 En una realización a modo de ejemplo adicional, puede que sea posible que la parte de precalentamiento sea cero. Es decir, no está fluyendo fluido de trabajo a través del dispositivo de precalentamiento y, por tanto, todo el fluido de trabajo fluye a través de la sección de derivación de la tubería de conexión. Esto puede ser útil por ejemplo si el dispositivo de generación de vapor ya se ha calentado y no necesita más calentamiento adicional. Por otro lado, la parte de derivación puede ser cero. Es decir, no está fluyendo fluido de trabajo a través de la sección de derivación de la tubería de conexión y todo el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de precalentamiento. Esto puede ser útil por ejemplo cuando el dispositivo de generación de vapor no se ha calentado aún en absoluto, es decir, la temperatura del dispositivo de generación de vapor está a temperatura ambiente.

30 El dispositivo de precalentamiento puede ser un almacenamiento térmico sensible o almacenamiento de calor latente. El dispositivo de precalentamiento puede llenarse con un material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico puede ser un material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos, cerámica u otro material sólido que tenga la capacidad de calentarse, mantener su temperatura y por tanto almacenar energía térmica a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado. Debe entenderse que también puede usarse agua como material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico puede calentarse mediante el fluido de trabajo. Además, el dispositivo de precalentamiento también puede ser un intercambiador de calor para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema de turbina de vapor.

35 Conectar el dispositivo de precalentamiento entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor de tal manera que el dispositivo de precalentamiento y la sección de derivación de la tubería de conexión se conectan en paralelo significa que el fluido de trabajo puede fluir o bien a través del dispositivo de precalentamiento o bien a través de la sección de derivación al mismo tiempo.

40 Por tanto, en contraposición con enfoques convencionales, por la presente invención, el dispositivo de precalentamiento se conecta entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor. Por tanto, el dispositivo de precalentamiento y la sección de derivación se conectan en paralelo. Por tanto, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través del dispositivo de precalentamiento y una parte de derivación puede hacerse fluir a través de la sección de derivación.

45 Por tanto, la energía térmica que todavía puede absorberse por el fluido de trabajo incluso después de que el fluido de trabajo pueda haberse guiado a través del dispositivo de almacenamiento térmico puede usarse para transferirse al dispositivo de precalentamiento. Desde el dispositivo de precalentamiento, la energía térmica puede transferirse por ejemplo al dispositivo de generación de vapor o el sistema de turbina de vapor para proporcionar una temperatura predeterminada y por tanto una presión predeterminada en el dispositivo de generación de vapor. Por tanto, puede reducirse el tiempo de arranque para todo el sistema y por tanto para almacenar energía térmica.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, la capacidad de almacenamiento de calor del dispositivo de precalentamiento es aproximadamente del 5% al 25% de la capacidad de almacenamiento de calor del dispositivo de almacenamiento térmico.

5 La capacidad de almacenamiento de calor especifica cuánta energía térmica debe absorberse por 1 kg de un material de modo que la temperatura del material suba aproximadamente 1 K. Por tanto, la unidad de la capacidad de almacenamiento de calor es $J/(kg \cdot K)$.

10 Además, el volumen de almacenamiento para los elementos de almacenamiento de calor del dispositivo de almacenamiento de exceso térmico tiene menos de aproximadamente el 50% del volumen de almacenamiento para los elementos de almacenamiento de calor del dispositivo de almacenamiento térmico.

15 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un dispositivo de impulsión de fluido, en particular una soplante, para impulsar el fluido de trabajo. El dispositivo de impulsión de fluido se acopla al dispositivo de almacenamiento térmico para impulsar el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor.

20 El dispositivo de impulsión de fluido puede comprender un ventilador, una soplante, una unidad de ventilación, un supercargador o un dispositivo que genere un gradiente de presión de tal manera que el fluido de trabajo que fluye a través del dispositivo de impulsión de fluido pueda acelerarse en una dirección predominante y predeterminada del dispositivo de impulsión de fluido. El dispositivo de impulsión de fluido también puede ser un dispositivo de fases múltiples en el que el fluido de trabajo se acelera en múltiples fases de tal manera que se mejora la eficiencia del dispositivo de impulsión de fluido.

25 Debe destacarse que un dispositivo de impulsión de fluido puede ser suficiente para impulsar el fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico, el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de precalentamiento. Debe mencionarse que también puede ser posible integrar más de un dispositivo de impulsión de fluido en el sistema. El dispositivo de impulsión de fluido segundo, tercero o adicional también puede conectarse al sistema. Si se usa una pluralidad de dispositivos de impulsión de fluido, puede ser ventajoso usar dispositivos de impulsión de fluido que pueden ser idénticos en rendimiento y/o forma. Los dispositivos de impulsión de fluido pueden conectarse en línea o en paralelo entre ellos mismos.

30 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el dispositivo de impulsión de fluido se conecta a la tubería de conexión.

35 Conectar el dispositivo de impulsión de fluido a la tubería de conexión significa que el dispositivo de impulsión de fluido también puede conectarse a la sección de derivación de la tubería de conexión. Conectar el dispositivo de impulsión de fluido a la tubería de conexión puede presentar la ventaja de que puede garantizarse una potencia suficiente para impulsar el fluido de trabajo a través de la sección de derivación y al mismo tiempo a través del dispositivo de precalentamiento.

40 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además una primera tubería que se conecta entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de impulsión de fluido y una primera válvula. La primera válvula se conecta a la primera tubería para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de impulsión de fluido.

45 El sistema comprende además una segunda tubería que se conecta entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de almacenamiento térmico y una segunda válvula. La segunda válvula se conecta a la segunda tubería para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de almacenamiento térmico.

50 El sistema comprende además una tercera tubería que se conecta entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de generación de vapor y una tercera válvula. La tercera válvula se conecta a la tercera tubería para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de generación de vapor.

55 El sistema comprende además una cuarta tubería que se conecta entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de impulsión de fluido y una cuarta válvula. La cuarta válvula se conecta a la cuarta tubería para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de impulsión de fluido.

60 La primera tubería, la segunda tubería, la tercera tubería y la cuarta tubería son componentes estructurales tales como un tubo o un conducto.

65 Las válvulas respectivas pueden ser por ejemplo una válvula de compuerta, una válvula antirretorno o válvula de ángulo o un sistema de reguladores de conducto. Las válvulas respectivas también pueden comprender una

pluralidad de subválvulas para garantizar la redundancia de un punto de corte de la tubería respectiva. En una realización a modo de ejemplo preferida, la mecánica de la primera válvula se diseña de la manera más sencilla posible y además sólo se conecta una única válvula a la primera tubería. Por tanto, la primera válvula se forma para que sea tan robusta y sencilla como sea posible.

5 Controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de impulsión de fluido significa que la primera válvula puede regular el flujo de fluido de trabajo o puede permitir un flujo de fluido de trabajo desde el dispositivo de almacenamiento térmico hasta el dispositivo de impulsión de fluido.

10 Controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de almacenamiento térmico significa que la segunda válvula puede regular el flujo de fluido de trabajo o puede permitir un flujo de fluido de trabajo desde el dispositivo de impulsión de fluido hasta el dispositivo de almacenamiento térmico.

15 Controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de impulsión de fluido y el dispositivo de generación de vapor significa que la tercera válvula puede regular el flujo de fluido de trabajo o puede permitir un flujo de fluido de trabajo desde el dispositivo de impulsión de fluido hasta el dispositivo de generación de vapor.

20 Controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de impulsión de fluido significa que la cuarta válvula puede regular el flujo de fluido de trabajo o puede permitir un flujo de fluido de trabajo desde el dispositivo de generación de vapor hasta el dispositivo de impulsión de fluido.

25 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un dispositivo calentador para calentar el fluido de trabajo. El dispositivo calentador se conecta entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de precalentamiento.

El dispositivo calentador puede ser un elemento que introduce energía calorífica en el fluido de trabajo. El fluido de trabajo puede estar en estado líquido o gaseoso. En una realización a modo de ejemplo, el dispositivo calentador puede comprender un calentador eléctrico, por ejemplo un calentador por resistencia o un calentador por inducción.

30 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un dispositivo de impulsión de fluido adicional, en particular una soplante, para impulsar el fluido de trabajo. El dispositivo de impulsión de fluido adicional para impulsar el fluido de trabajo se acopla entre el dispositivo de precalentamiento y el dispositivo calentador.

35 El dispositivo de impulsión de fluido adicional puede diseñarse similar al dispositivo de impulsión de fluido. Además, las características mencionadas anteriormente para el dispositivo de impulsión de fluido pueden ser asimismo válidas para el dispositivo de impulsión de fluido adicional.

40 Según la presente invención, el sistema comprende además una tubería de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de precalentamiento. La parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir de manera selectiva a través de la tubería de precalentamiento desde el dispositivo de precalentamiento hasta el dispositivo de generación de vapor.

45 La tubería de precalentamiento es un componente estructural tal como un tubo o un conducto. La tubería de precalentamiento permite que la parte de precalentamiento del fluido de trabajo fluya desde el dispositivo de precalentamiento en dirección hacia el dispositivo de generación de vapor. Por tanto, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede transferir energía térmica del dispositivo de precalentamiento al dispositivo de generación de vapor.

50 El término “que puede hacerse fluir de manera selectiva a través de la tubería de precalentamiento” significa que un usuario o un programa controlador puede elegir, por ejemplo controlando una válvula respectiva en la tubería de precalentamiento, si la parte de precalentamiento del fluido de trabajo fluye al dispositivo de generación de vapor o si la parte de precalentamiento del fluido de trabajo permanece almacenada en el dispositivo de precalentamiento.

55 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el dispositivo de precalentamiento es un intercambiador de calor de agua para calentar un agua de alimentación. El intercambiador de calor de agua se conecta con el sistema de turbina de vapor de tal manera que el agua de alimentación puede alimentarse al sistema de turbina de vapor desde el intercambiador de calor de agua.

60 El intercambiador de calor de agua es un intercambiador de calor en el que la energía térmica de la parte de precalentamiento del fluido de trabajo se transfiere al agua de alimentación. Por tanto, se calienta el agua de alimentación.

65 El agua de alimentación puede ser agua de red, agua destilada o agua a la que se han añadido suplementos para mejorar determinadas propiedades del agua, tal como su punto de ebullición o las propiedades químicas.

Poder alimentar el agua de alimentación al sistema de turbina de vapor desde el dispositivo de precalentamiento significa que hay una tubería por ejemplo en forma de un tubo o un conducto, tal como la tubería de precalentamiento, que conecta el dispositivo de precalentamiento y el sistema de turbina de vapor de tal manera que el agua de alimentación puede fluir desde el dispositivo de precalentamiento hasta el sistema de turbina de vapor.

5 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un tanque de agua de alimentación para almacenar el agua de alimentación. El tanque de agua de alimentación se conecta entre el intercambiador de calor de agua y el sistema de turbina de vapor.

10 Después de calentarse y por tanto después de haber absorbido energía térmica, el agua de alimentación puede almacenarse en el tanque de agua de alimentación. Por tanto, la energía térmica de la parte en exceso puede quedar almacenada en el tanque de agua de alimentación.

15 Poder alimentar el agua de alimentación al sistema de turbina de vapor desde el tanque de agua de alimentación significa que hay una tubería, por ejemplo en forma de un tubo o un conducto que conecta el tanque de agua de alimentación y el sistema de turbina de vapor de tal manera que el agua de alimentación puede fluir desde el tanque de agua de alimentación hasta el sistema de turbina de vapor. Por tanto, la energía térmica que se absorbe en el agua de alimentación puede por tanto transferirse al dispositivo de turbina de vapor y el dispositivo de generación de vapor, respectivamente.

20 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el agua de alimentación es el fluido de trabajo de turbina de vapor.

25 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un intercambiador de calor de agua adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor y un fluido de transporte térmico. El intercambiador de calor de agua adicional se conecta al intercambiador de calor de agua de tal manera que el fluido de transporte térmico puede alimentarse al intercambiador de calor de agua adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor.

30 El intercambiador de calor de agua adicional puede ser un intercambiador de calor en el que la energía térmica del agua de alimentación puede transferirse al fluido de trabajo de turbina de vapor. Por tanto, el fluido de trabajo de turbina de vapor se calienta en el intercambiador de calor de agua adicional.

35 El fluido de transporte térmico puede integrarse en un bucle cerrado entre el intercambiador de calor de agua y el intercambiador de calor de agua adicional. Por tanto, el fluido de transporte térmico puede separarse del fluido de trabajo y del fluido de trabajo de turbina de vapor. Por tanto, las posibles contaminaciones contenidas en el agua de alimentación no pueden contaminar el fluido de trabajo o el fluido de trabajo de turbina de vapor. El fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de almacenamiento térmico que puede ser sensible con respecto a la contaminación que puede estar contenida en el fluido de trabajo. El fluido de trabajo de turbina de vapor circula a través de la turbina de vapor que también puede ser sensible con respecto a la contaminación. Si el agua de alimentación está en el bucle cerrado separado, el requisito con respecto a la calidad del agua en relación con la contaminación puede no ser tan alto para el agua de alimentación como para el fluido de trabajo de turbina de vapor o el fluido de trabajo. La contaminación puede ser por ejemplo partículas o sustancias químicas.

45 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el sistema comprende además un dispositivo calentador de precalentamiento para calentar el agua de alimentación. El dispositivo calentador de precalentamiento se conecta entre el intercambiador de calor de agua y el sistema de turbina de vapor.

50 El dispositivo calentador de precalentamiento puede ser un elemento que introduce energía calorífica en el agua de alimentación. El agua de alimentación está en estado líquido. En una realización a modo de ejemplo, el dispositivo calentador puede comprender un calentador eléctrico, por ejemplo un calentador por resistencia o un calentador por inducción. El dispositivo calentador de precalentamiento transfiere energía térmica adicional al agua de alimentación de tal manera que el agua de alimentación puede ser capaz de transferir más energía térmica al dispositivo de turbina de vapor que la energía térmica del agua de alimentación recuperada del dispositivo de precalentamiento.

55 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el dispositivo de generación de vapor es un generador de vapor de recuperación de calor.

60 El generador de vapor de recuperación de calor se abrevia como HRSG. El HRSG puede ser un intercambiador de calor de recuperación de energía que recupera energía de una corriente. El HRSG puede comprender por ejemplo cuatro componentes principales. Por ejemplo, los cuatro componentes principales son un economizador, un evaporador, un sobrecalentador y un precalentador. Los cuatro componentes principales se combinan para cumplir varios requisitos tales como por ejemplo requisitos de funcionamiento o una eficiencia dada del HRSG. Los diferentes HRSG pueden distinguirse por la dirección de un flujo de gas de escape o el número de niveles de presión integrados en el HRSG. En una realización a modo de ejemplo, el HRSG puede ser un HRSG de tipo vertical, un HRSG de tipo horizontal, un HRSG de presión única o un HRSG de presiones múltiples.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se da a conocer un método para hacer funcionar un sistema para almacenar energía térmica. El método comprende guiar el fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico de tal manera que se intercambia energía térmica entre el dispositivo de almacenamiento de calor y el fluido de trabajo, guiar la parte de precalentamiento del fluido de trabajo a través del dispositivo de precalentamiento, y guiar la parte de derivación del fluido de trabajo a través de la sección de derivación de la tubería de conexión.

Un ciclo de carga puede describir una dirección de flujo del fluido de trabajo en la que el dispositivo de almacenamiento térmico se carga de energía térmica que se transfiere del fluido de trabajo al dispositivo de almacenamiento térmico. En el ciclo de carga, el fluido de trabajo fluye en primer lugar a través de una entrada al interior del dispositivo de almacenamiento térmico, de tal manera que la entrada puede definirse como un extremo caliente del dispositivo de almacenamiento térmico. Después de fluir por el dispositivo de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo sale a través de una salida y por tanto está más frío que al entrar en el dispositivo de almacenamiento térmico a través de la entrada. Por tanto, en el ciclo de carga, la salida puede estar más fría que la entrada y por tanto puede definirse como el extremo frío del dispositivo de almacenamiento térmico. Un nivel de temperatura en el extremo caliente (es decir, la entrada) puede ser de 600°C y un nivel de temperatura en el extremo frío (es decir, en la salida) puede ser de 200°C.

Un ciclo de descarga puede describir una dirección de flujo del fluido de trabajo en la que el dispositivo de almacenamiento térmico se descarga de energía térmica, en el que el fluido de trabajo absorbe energía térmica del dispositivo de almacenamiento térmico. Por tanto, en el ciclo de descarga, el fluido de trabajo se calienta mediante el dispositivo de almacenamiento térmico. El fluido de trabajo que se ha calentado calienta el fluido de trabajo de turbina de vapor en el dispositivo de generación de vapor de tal manera que, por ejemplo, se genera vapor como fluido de trabajo de turbina de vapor.

Por tanto, el guiado del fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico puede realizarse en una dirección del ciclo de carga o en una dirección del ciclo de descarga.

En el ciclo de carga o en el ciclo de descarga, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo se guía a través del dispositivo de precalentamiento para almacenar energía térmica en el dispositivo de precalentamiento. Simultáneamente, la parte de derivación del fluido de trabajo se guía a través de la sección de derivación de la tubería de conexión. La razón entre la parte de derivación y la parte de precalentamiento puede depender de condiciones límite dadas tales como la presión total del sistema o la cantidad de calor requerida para el dispositivo de generación de vapor.

Según la presente invención, el método comprende además proporcionar una temperatura constante del dispositivo de generación de vapor guiando la parte de precalentamiento del fluido de trabajo a través de la tubería de precalentamiento desde el dispositivo de precalentamiento hasta el dispositivo de generación de vapor cuando el sistema está en modo inactivo.

Un modo inactivo puede describir la condición en la que el sistema no está ni en el ciclo de carga ni en el ciclo de descarga. Por tanto, el dispositivo de almacenamiento térmico ni está cargando energía térmica ni está descargando energía térmica. En el modo inactivo, el dispositivo de almacenamiento térmico puede estar cargado o descargado total o parcialmente, pero no puede tener lugar una carga o una descarga. Por tanto, el dispositivo de almacenamiento térmico en realidad puede estar almacenando energía térmica. El modo inactivo puede mantenerse durante periodos de tiempo largos, por ejemplo la energía térmica puede almacenarse varios días en el interior del dispositivo de almacenamiento térmico.

Proporcionar una temperatura constante significa que la parte de precalentamiento fluye desde el dispositivo de precalentamiento hasta el dispositivo de generación de vapor, de tal manera que la parte de precalentamiento transfiere siempre suficiente energía térmica al dispositivo de generación de vapor, de manera que el dispositivo de generación de vapor puede tener la temperatura constante.

La temperatura constante puede no sólo ser una temperatura de un valor determinado, sino también definirse como un intervalo predeterminado de valores de temperatura. Por tanto, la temperatura puede considerarse constante si el valor de temperatura está en el intervalo predeterminado de valores de temperatura.

A diferencia de los sistemas conocidos convencionales para almacenar energía térmica, el sistema dado a conocer en la presente invención proporciona el dispositivo de precalentamiento que precalienta directa o indirectamente el dispositivo de generación de vapor en el modo inactivo.

Ha de observarse que se han descrito realizaciones de la presente invención con referencia a diferentes contenidos. En particular, se han descrito algunas realizaciones con referencia a reivindicaciones de tipo de aparato, mientras que se han descrito otras realizaciones con referencia a reivindicaciones de tipo de método. Sin embargo, un experto en la técnica deducirá a partir de lo anterior y de la descripción siguiente que, a menos que se indique otra

cosa, se considera que con esta solicitud se da a conocer, además de cualquier combinación de características pertenecientes a un tipo de contenido, también cualquier combinación entre características relacionadas con diferentes contenidos, en particular entre características de las reivindicaciones de tipo de aparato y características de las reivindicaciones de tipo de método.

5

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos definidos anteriormente y aspectos adicionales de la presente invención son evidentes a partir de los ejemplos de realización que van a describirse a continuación en el presente documento y se explican con referencia a los ejemplos de realización. La invención se describirá en más detalle a continuación en el presente documento con referencia a ejemplos de realización a los cuales, no obstante, no se limita la invención.

10

La figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica que comprende un dispositivo de precalentamiento según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

15

La figura 2 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica que comprende un intercambiador de calor de agua según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención.

20

La figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica que comprende un intercambiador de calor de agua y un tanque de agua de alimentación según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

25

La figura 4 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica que comprende un intercambiador de calor de agua y un tanque de agua de alimentación según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención.

30

La figura 5 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica que comprende un intercambiador de calor de agua, un tanque de agua de alimentación y un dispositivo calentador de precalentamiento según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención.

35

La figura 6 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica según una realización a modo de ejemplo adicional de la invención.

40

La figura 7 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica según una realización a modo de ejemplo adicional de la invención.

Descripción detallada

Las ilustraciones en los dibujos son esquemáticas. Se observa que, en diferentes figuras, se proporcionan elementos similares o idénticos con los mismos signos de referencia.

La figura 1 muestra un sistema 100 para almacenar energía térmica según una realización a modo de ejemplo de la presente invención. El sistema 100 comprende un dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica. Puede hacerse circular un fluido de trabajo a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico de tal manera que puede intercambiarse energía térmica entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el fluido de trabajo. El sistema 100 comprende además un dispositivo 110 de generación de vapor para calentar un fluido de trabajo de turbina de vapor de un sistema 120 de turbina de vapor, una tubería 182 de conexión que conecta el dispositivo 150 de almacenamiento térmico con el dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que el fluido de trabajo puede alimentarse al sistema 120 de turbina de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor, y un dispositivo 180 de precalentamiento. El dispositivo 180 de precalentamiento se conecta entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que el dispositivo 180 de precalentamiento y una sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión se conectan en paralelo de tal manera que una parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través del dispositivo 180 de precalentamiento, y una parte de derivación del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través de la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión.

El dispositivo 110 de generación de vapor es un dispositivo para intercambiar energía térmica, en particular un intercambiador de calor. En la figura 1, el dispositivo 110 de generación de vapor puede ser un HRSG (generador de vapor de recuperación de calor).

El sistema 120 de turbina de vapor comprende una turbina 127 de vapor, un condensador 123, un generador 125, una primera bomba 121 y una segunda bomba 122. Después de fluir a través de la turbina 127 de vapor, el fluido de trabajo de turbina de vapor fluye a través del condensador 123 en el que se condensa el fluido de trabajo de turbina de vapor por ejemplo en su estado líquido. La primera bomba 121 y la segunda bomba 122 impulsan el fluido de trabajo de turbina de vapor a través del sistema 120 de turbina de vapor y a través del dispositivo 110 de generación de vapor.

65

El dispositivo 150 de almacenamiento térmico puede ser un almacenamiento térmico sensible o un almacenamiento de calor latente. El dispositivo 150 de almacenamiento térmico puede llenarse con un material de almacenamiento de energía térmica.

5 El dispositivo 180 de precalentamiento puede ser un almacenamiento térmico sensible o un almacenamiento de calor latente. El dispositivo 180 de precalentamiento puede llenarse con un material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico puede ser un material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos, cerámica u otro material sólido que tenga la capacidad de calentarse, mantener su temperatura y por tanto almacenar energía térmica a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado.

La tubería 140 de conexión permite que el fluido de trabajo fluya desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico en dirección hacia el dispositivo 110 de generación de vapor y viceversa.

15 El dispositivo 180 de precalentamiento se conecta en paralelo a la tubería 140 de conexión. Una sección de la tubería 140 de conexión que se conecta en paralelo al dispositivo 180 de precalentamiento es la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión. El fluido de trabajo que fluye entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor puede dividirse en dos corrientes/partes independientes. La primera de las dos corrientes/partes se guía a través del dispositivo 180 de precalentamiento y por tanto es la parte de precalentamiento. La segunda de las dos corrientes/partes se guía a través de la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión y por tanto es la parte de derivación. La razón entre la parte de derivación y la parte de precalentamiento puede depender de condiciones límite dadas tales como la presión total del sistema 100 o la cantidad de calor requerida para el dispositivo 110 de generación de vapor. Sin embargo, también puede acoplarse una válvula de control al dispositivo 180 de precalentamiento y la sección 141 de derivación para controlar la cantidad de la parte de precalentamiento y la parte de derivación.

El sistema 100 comprende además un dispositivo 170 de impulsión de fluido para impulsar el fluido de trabajo. El dispositivo 170 de impulsión de fluido se acopla al dispositivo 150 de almacenamiento térmico para impulsar el fluido de trabajo entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor. De manera más precisa, el dispositivo 170 de impulsión de fluido se conecta a la tubería 140 de conexión.

El sistema 100 comprende además un dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo. El dispositivo 130 calentador se conecta entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 180 de precalentamiento.

35 El sistema 100 comprende además un dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional para impulsar el fluido de trabajo. El dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional se acopla entre el dispositivo 180 de precalentamiento y el dispositivo 130 calentador.

El dispositivo 130 calentador puede ser un elemento que introduce energía calorífica en el fluido de trabajo. El fluido de trabajo puede estar en estado líquido o gaseoso. En una realización a modo de ejemplo, el dispositivo 130 calentador puede comprender un calentador eléctrico, por ejemplo un calentador por resistencia o un calentador por inducción.

45 El sistema 100 comprende además una tubería 182 de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo 110 de generación de vapor y el dispositivo 180 de precalentamiento. La parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir de manera selectiva (por ejemplo acoplando una válvula de control a la tubería 140 de conexión) a través de la tubería 182 de precalentamiento desde el dispositivo 180 de precalentamiento hasta el dispositivo 110 de generación de vapor.

50 La tubería 182 de precalentamiento permite que la parte de precalentamiento del fluido de trabajo fluya a través de la tubería 182 de precalentamiento desde el dispositivo 180 de precalentamiento en dirección hacia el dispositivo 110 de generación de vapor. Por tanto, la parte de precalentamiento puede transferir energía térmica del dispositivo 180 de precalentamiento al dispositivo 110 de generación de vapor.

55 En un ciclo de carga, el fluido de trabajo puede impulsarse mediante el dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional y por tanto puede fluir a través del dispositivo 130 calentador (en el que puede calentarse adicionalmente el fluido de trabajo) y adicionalmente a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico. En el dispositivo 150 de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo transfiere energía térmica al dispositivo 150 de almacenamiento térmico. A continuación, el fluido de trabajo se divide en la parte de precalentamiento y la parte de derivación. La parte de precalentamiento fluye a través del dispositivo 180 de precalentamiento y la parte de derivación fluye a través de la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión. La parte de precalentamiento transfiere energía térmica al dispositivo 180 de precalentamiento. Después, la parte de derivación y la parte de precalentamiento vuelven a unirse de nuevo para una circulación continuada como fluido de trabajo.

65 En la figura 1, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo se almacena en el interior del dispositivo 180 de precalentamiento. Por tanto, sólo la parte de derivación continúa circulando a través del dispositivo 130 calentador.

5 En un ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo 110 de generación de vapor por medio del dispositivo 170 de impulsión de fluido hasta el dispositivo 150 de almacenamiento térmico. El fluido de trabajo pasa adicionalmente a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico y se transfiere energía térmica del dispositivo 150 de almacenamiento térmico al fluido de trabajo. A continuación, desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo 110 de generación de vapor. En el dispositivo 110 de generación de vapor, el fluido de trabajo calienta el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor.

10 En un modo inactivo, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo que puede almacenarse en el dispositivo 180 de precalentamiento se guía a través de la tubería 182 de precalentamiento hacia el dispositivo 110 de generación de vapor. Por tanto, la parte de precalentamiento puede calentar el dispositivo 110 de generación de vapor.

15 Por tanto, en el sistema 100 mostrado en la figura 1, puede usarse aire como fluido de trabajo. Si el fluido de trabajo tiene una temperatura mayor que la temperatura ambiente pero menor que una temperatura de diseño del dispositivo 150 de almacenamiento térmico cuando sale del dispositivo 150 de almacenamiento térmico durante el ciclo de carga o el ciclo de descarga, el fluido de trabajo puede usarse para un fin de precalentamiento. Si el dispositivo 150 de almacenamiento térmico está cargado casi completamente, la temperatura del fluido de trabajo que sale del dispositivo 150 de almacenamiento térmico se eleva. El fluido de trabajo que comprende energía térmica puede guiarse por medio de una válvula hasta el dispositivo 180 de precalentamiento. La energía térmica puede almacenarse en el dispositivo 180 de precalentamiento y puede usarse para precalentar el dispositivo 110 de generación de vapor impulsando el fluido de trabajo con un flujo másico bajo. Puede instalarse un dispositivo de impulsión de fluido más pequeño adicional en la tubería 182 de precalentamiento entre el dispositivo 180 de precalentamiento y el dispositivo 110 de generación de vapor (por ejemplo un HRSG).

20 La figura 2 muestra un sistema 100 según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención. El sistema 100 comprende el dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, el dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo, el dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor, el sistema 120 de turbina de vapor, el dispositivo 170 de impulsión de fluido, el dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional, la tubería 140 de conexión que comprende la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión, el intercambiador 280 de calor de agua y una tubería 282 de precalentamiento que se conecta entre el intercambiador 280 de calor de agua y el dispositivo 110 de generación de vapor.

25 La tubería 282 de precalentamiento se conecta indirectamente al dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que la tubería 282 de precalentamiento se conecta directamente al sistema 120 de turbina de vapor. El sistema 120 de turbina de vapor está en contacto térmico con el dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor se calienta mediante el dispositivo 110 de generación de vapor. Por tanto, el fluido de trabajo de turbina de vapor o una parte del fluido de trabajo de turbina de vapor puede fluir a través del tubo 282 de precalentamiento y puede calentarse mediante el intercambiador 280 de calor de agua. Por tanto, en el modo inactivo, el fluido de trabajo de turbina de vapor puede precalentarse directamente.

30 En el ciclo de carga y en el ciclo de descarga, respectivamente, el fluido de trabajo se guía a través del sistema 100 mostrado en la figura 2 de la manera respectiva tal como se describió para el ciclo de carga y el ciclo de descarga, respectivamente, en la figura 1.

35 El dispositivo de precalentamiento puede ser el intercambiador 280 de calor de agua para calentar el agua de alimentación. El intercambiador 280 de calor de agua se conecta con el sistema 120 de turbina de vapor mediante la tubería 382 de precalentamiento y de tal manera que el agua de alimentación puede alimentarse al sistema 120 de turbina de vapor desde el intercambiador 280 de calor de agua.

40 Por tanto, es posible integrar la tubería 282 de precalentamiento en el intercambiador 280 de calor de agua y hacer circular el fluido de trabajo de turbina de vapor de manera continua durante el modo inactivo para precalentar superficies de intercambiador de un sobrecalentador y un vaporizador del dispositivo 110 de generación de vapor y el propio fluido de trabajo de turbina de vapor. Además, puede usarse un flujo másico bajo del fluido de trabajo para mantener una temperatura elevada de los componentes del sistema 100 que no están en contacto con el fluido de trabajo de turbina de vapor sino con el fluido de trabajo. La figura 3 muestra un sistema 100 según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención. El sistema 100 comprende el dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, el dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo, el dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor, el sistema 120 de turbina de vapor, el dispositivo 170 de impulsión de fluido, el dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional, la tubería 140 de conexión que comprende la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión, el intercambiador 280 de calor de agua, una tubería 382 de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo de precalentamiento y el dispositivo 110 de generación de vapor, y un tanque 381 de agua de alimentación.

5 El dispositivo de precalentamiento puede ser el intercambiador 280 de calor de agua para calentar el agua de alimentación. El intercambiador 280 de calor de agua se conecta con el sistema 120 de turbina de vapor mediante la tubería 382 de precalentamiento y de tal manera que el agua de alimentación puede alimentarse al sistema 120 de turbina de vapor desde el intercambiador 280 de calor de agua. El intercambiador 280 de calor de agua puede comprender además un almacenamiento térmico (no mostrado en la figura 3) que puede ser un almacenamiento térmico similar al dispositivo 180 de precalentamiento (mostrado en detalle en la figura 1).

10 El tanque 381 de agua de alimentación se conecta a la tubería 382 de precalentamiento y se conecta entre el intercambiador 280 de calor de agua y el sistema 120 de turbina de vapor. El agua de alimentación puede ser el fluido de trabajo de turbina de vapor.

15 En el ciclo de carga y en el ciclo de descarga, respectivamente, el fluido de trabajo se guía a través del sistema 100 mostrado en la figura 3 de la manera respectiva tal como se describió para el ciclo de carga y el ciclo de descarga, respectivamente, en la figura 1.

20 La parte de precalentamiento del fluido de trabajo se guía a través del intercambiador 280 de calor de agua. En el intercambiador 280 de calor de agua, la parte de precalentamiento transfiere energía térmica al agua de alimentación. El agua de alimentación que puede transferir la energía térmica se guía entonces a través de la tubería 382 de precalentamiento hacia el sistema 120 de turbina de vapor. Si se necesita menos energía térmica o agua de alimentación en el sistema 120 de turbina de vapor, el agua de alimentación se almacena en el tanque 381 de agua de alimentación. Si es necesario, el agua de alimentación almacenada se guía desde el tanque 381 de agua de alimentación hasta el sistema 120 de turbina de vapor. Por tanto, el tanque 381 de agua de alimentación proporciona la posibilidad de reaccionar de manera rápida ante una necesidad de energía térmica para precalentar el sistema 25 120 de turbina de vapor o el dispositivo 110 de generación de vapor.

30 Es posible derivar la parte de precalentamiento al intercambiador 280 de calor de agua que se instala por ejemplo en paralelo a la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión aguas abajo (en el ciclo de carga) del dispositivo 150 de almacenamiento térmico. El intercambiador 280 de calor de agua puede usarse para precalentar agua de alimentación presurizada, almacenar el agua de alimentación en el tanque 381 de agua de alimentación y precalentar el sistema 120 de turbina de vapor y por consiguiente el dispositivo 110 de generación de vapor en el modo inactivo. Esto puede realizarse directamente con el agua de alimentación almacenada que puede usarse en el sistema 120 de turbina de vapor como fluido de trabajo de turbina de vapor.

35 La figura 4 muestra un sistema 100 según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención. El sistema 100 comprende el dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, el dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo, el dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor, el sistema 120 de turbina de vapor, el dispositivo 170 de impulsión de fluido, el dispositivo 171 de impulsión de fluido adicional, la tubería 140 de conexión que comprende la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión, el intercambiador 280 de calor de agua, la tubería 382 de precalentamiento que se conecta entre el intercambiador 280 de calor de agua y el sistema 120 de turbina de vapor, el tanque 381 de agua de alimentación y un intercambiador 483 de calor adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor.

45 El intercambiador 483 de calor de agua adicional se conecta al intercambiador 280 de calor de agua de tal manera que el fluido de transporte térmico puede alimentarse al intercambiador 483 de calor de agua adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor.

50 En el ciclo de carga y en el ciclo de descarga, respectivamente, el fluido de trabajo se guía a través del sistema 100 mostrado en la figura 4 de la manera respectiva tal como se describió para el ciclo de carga y el ciclo de descarga, respectivamente, en la figura 1.

55 Sin embargo, la parte de precalentamiento del fluido de trabajo se guía a través del intercambiador 280 de calor de agua. En el intercambiador 280 de calor de agua, la parte de precalentamiento transfiere energía térmica al fluido de transporte térmico. El fluido de transporte térmico que puede ser capaz de transferir la energía térmica se guía entonces a través de la tubería 382 de precalentamiento hacia el intercambiador 483 de calor de agua adicional que precalienta indirectamente el fluido de trabajo de turbina de vapor que es el agua de alimentación. Si se necesita menos energía térmica o agua de alimentación en el sistema 120 de turbina de vapor, el fluido de transporte térmico puede almacenarse en el tanque 381 de agua de alimentación. Si es necesario, el fluido de transporte térmico almacenado se guía desde el tanque de agua de alimentación hasta el intercambiador 483 de calor de agua adicional.

60 Por tanto, el intercambiador 483 de calor de agua adicional proporciona la posibilidad de tener un circuito cerrado de fluido de transporte térmico que puede entrar en contacto indirecto con la parte de precalentamiento del fluido de trabajo cuando el fluido de transporte térmico fluye a través del intercambiador 280 de calor de agua y que puede entrar en contacto indirecto con el fluido de trabajo de turbina de vapor cuando el fluido de transporte térmico fluye a

través del intercambiador 483 de calor de agua adicional. Por tanto, no es necesario que el fluido de transporte térmico cumpla unos requisitos tan estrictos en cuanto a pureza como por ejemplo el fluido de trabajo de turbina de vapor o el fluido de trabajo.

5 Es posible derivar la parte de precalentamiento a un intercambiador 280 de calor de agua que se instala en paralelo a la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión aguas abajo (en el ciclo de carga) del dispositivo 150 de almacenamiento térmico. El intercambiador 280 de calor de agua puede usarse para precalentar fluido de transporte térmico presurizado, almacenarlo en el tanque 381 de agua de alimentación y precalentar el sistema 120 de turbina de vapor y por consiguiente el dispositivo 110 de generación de vapor en el modo inactivo. Esto puede realizarse indirectamente con el intercambiador 483 de calor de agua adicional para separar el circuito de fluido de transporte térmico del sistema 120 de turbina de vapor.

15 La figura 5 muestra un sistema 100 según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención. El sistema 100 comprende el dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, el dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo, el dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor, el sistema 120 de turbina de vapor, el dispositivo 170 de impulsión de fluido, la tubería 140 de conexión que comprende la sección 141 de derivación de la tubería 140 de conexión, el intercambiador 280 de calor de agua, una tubería 582 de precalentamiento que se conecta entre el intercambiador 280 de calor de agua y el sistema 120 de turbina de vapor y un dispositivo 585 calentador de precalentamiento para calentar el agua de alimentación.

20 El dispositivo 585 calentador de precalentamiento se conecta entre el intercambiador 280 de calor de agua y el sistema 120 de turbina de vapor. El dispositivo 585 calentador de precalentamiento puede ser un elemento que introduce energía calorífica en el agua de alimentación. En una realización a modo de ejemplo, el dispositivo 585 calentador de precalentamiento puede comprender un calentador eléctrico, por ejemplo un calentador por resistencia, un calentador por inducción o un calentador accionado por combustible. Por tanto, el dispositivo 585 calentador de precalentamiento puede aumentar aún más la energía térmica transferida por el agua de alimentación. En una realización a modo de ejemplo adicional, el dispositivo 585 calentador de precalentamiento puede compensar la energía térmica que puede perderse en la tubería 582 de precalentamiento.

25 También es posible mantener la temperatura del agua de alimentación usando el dispositivo 585 calentador de precalentamiento que puede ser por ejemplo un calentador eléctrico o un calentador accionado por combustible. Este consume energía eléctrica o combustible, pero si es importante la capacidad de almacenamiento de energía térmica en un corto periodo de tiempo, puede ser beneficioso.

30 La figura 6 muestra un sistema 100 según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención. El sistema 100 comprende el dispositivo 150 de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica, el dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo, el dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor, el sistema 120 de turbina de vapor, dos dispositivos 170, 670 de impulsión de fluido, una tubería 682 de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor, y un dispositivo 687 de impulsión de fluido más pequeño adicional para impulsar el fluido de trabajo en el modo inactivo entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor.

35 En el ciclo de carga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico a través del dispositivo 670 de impulsión de fluido. A continuación, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo 130 calentador. Después, el fluido de trabajo circula a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico para transferir energía térmica al dispositivo 150 de almacenamiento térmico.

40 En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico a través del dispositivo 110 de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor del sistema 120 de turbina de vapor. A continuación, el fluido de trabajo circula a través del dispositivo 170 de impulsión de fluido. Después, el fluido de trabajo circula a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico que transfiere energía térmica al fluido de trabajo.

45 En el modo inactivo, el fluido de trabajo puede impulsarse mediante el dispositivo 687 de impulsión de fluido más pequeño adicional desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico hasta el dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que el dispositivo 110 de generación de vapor puede precalentarse mediante el fluido de trabajo.

50 Puede aplicarse un flujo bajo constante de fluido de trabajo para precalentar de manera continua el dispositivo 110 de generación de vapor, principalmente una superficie de intercambiador de calor de sobrecalentador y una superficie de intercambiador de calor de evaporador y el conjunto de conductos del sistema. Por tanto, puede ser posible usar el dispositivo 687 de impulsión de fluido adicional que es más pequeño (es decir, menor capacidad de impulsión de fluido) que el dispositivo 170 de impulsión de fluido para el modo inactivo. Otra posibilidad puede ser omitir el dispositivo 687 de impulsión de fluido más pequeño adicional. Entonces, el dispositivo 170 de impulsión de

fluido puede usarse con una potencia reducida para impulsar el fluido de trabajo durante el modo inactivo desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico hasta el dispositivo 110 de generación de vapor.

5 Otra configuración para un flujo de descarga bajo constante para precalentamiento puede ser una conexión desde el dispositivo 130 de calentamiento y el dispositivo 110 de generación de vapor (por ejemplo el HRSG) en línea. El extremo caliente del dispositivo 150 de almacenamiento térmico puede conectarse con el dispositivo 130 de calentamiento. El dispositivo 130 de calentamiento y el dispositivo 110 de generación de vapor se conectan en línea y el dispositivo 170 de impulsión de fluido se interconecta con una serie de orificios de ventilación antes de que la trayectoria de gas termine en el extremo frío del dispositivo 150 de almacenamiento térmico. Para precalentar la superficie de intercambiador de calor del sobrecalentador y el evaporador, puede considerarse usar un dispositivo de impulsión de fluido pequeño independiente (es decir, menor capacidad de impulsión de fluido) o usar el dispositivo 170 de impulsión de fluido también con potencia reducida (es decir, menor capacidad de impulsión de fluido).

15 La figura 7 muestra un sistema 700 para almacenar energía térmica según una realización a modo de ejemplo de la presente invención. El sistema 700 comprende un dispositivo 110 de generación de vapor para calentar un fluido de trabajo de turbina de vapor de un sistema 120 de turbina de vapor. El dispositivo 110 de generación de vapor puede alimentarse mediante un fluido de trabajo para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor. El sistema 700 comprende además un dispositivo 130 calentador para calentar el fluido de trabajo y un dispositivo 150 de almacenamiento térmico. El dispositivo 110 de generación de vapor se conecta al dispositivo 130 calentador para transferir el fluido de trabajo entre sí. El dispositivo 110 de generación de vapor, el dispositivo 130 calentador y el dispositivo 150 de almacenamiento térmico se conectan en línea. El sistema 700 comprende además un dispositivo 170 de impulsión de fluido, en particular una soplante, para impulsar el fluido de trabajo, y una tubería 682 de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor.

25 El sistema comprende además un dispositivo 687 de impulsión de fluido más pequeño adicional para impulsar el fluido de trabajo en el modo inactivo entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 110 de generación de vapor.

30 El fluido de trabajo se impulsa y acelera mediante el dispositivo 170 de impulsión de fluido en una dirección de flujo predominante y predeterminada del dispositivo 170 de impulsión de fluido. La dirección de flujo predominante y predeterminada del dispositivo 170 de impulsión de fluido es desde el extremo aguas abajo del dispositivo 170 de impulsión de fluido hasta el extremo aguas arriba del dispositivo 170 de impulsión de fluido.

35 El sistema 700 comprende además una primera tubería 793 que se conecta entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el extremo aguas abajo del dispositivo 170 de impulsión de fluido y una primera válvula 783 que se conecta a la primera tubería 793 para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y el dispositivo 170 de impulsión de fluido.

40 El sistema comprende además una segunda tubería 795 que se conecta entre el extremo aguas arriba del dispositivo 170 de impulsión de fluido y el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y una segunda válvula 785 que se conecta a la segunda tubería 795 para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo 170 de impulsión de fluido y el dispositivo 150 de almacenamiento térmico.

45 El sistema comprende además una tercera tubería 797 que se conecta entre el extremo aguas arriba del dispositivo 170 de impulsión de fluido y el dispositivo 110 de generación de vapor y una tercera válvula 787 que se conecta a la tercera tubería 797 para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo 170 de impulsión de fluido y el dispositivo 110 de generación de vapor.

50 El sistema comprende además una cuarta tubería 799 que se conecta entre el dispositivo 110 de generación de vapor y el extremo aguas abajo del dispositivo 170 de impulsión de fluido y una cuarta válvula 789 que se conecta a la cuarta tubería 799 para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo 110 de generación de vapor y el dispositivo 170 de impulsión de fluido.

55 En el ciclo de carga, el fluido de trabajo puede fluir desde el extremo aguas arriba del dispositivo 170 de impulsión de fluido por medio de la tercera tubería 797 y la tercera válvula 687 a través del dispositivo 110 de generación de vapor, adicionalmente a través del dispositivo 130 calentador (en el que se calienta el fluido de trabajo) y adicionalmente a través del dispositivo 150 de almacenamiento térmico y transfiere energía térmica al dispositivo 150 de almacenamiento térmico. Entonces, el fluido de trabajo fluye a través de la primera tubería 793 hasta el dispositivo 170 de impulsión de fluido y cierra el bucle.

60 En el ciclo de carga, la primera válvula 783 y la tercera válvula 787 están en una posición abierta y la segunda válvula 785 y la cuarta válvula 789 están en una posición cerrada. Por tanto, el fluido de trabajo fluye a través de la primera tubería 793, el dispositivo 170 de impulsión de fluido y posteriormente la tercera tubería 797.

65 En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo 170 de impulsión de fluido por medio de la

5 segunda tubería 795 y la segunda válvula 785 hasta el dispositivo 150 de almacenamiento térmico y se transfiere energía térmica del dispositivo 150 de almacenamiento térmico al fluido de trabajo. A continuación, desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo 130 calentador y después a través del dispositivo 110 de generación de vapor, donde se calienta un fluido de turbina de vapor mediante la energía térmica proporcionada por el fluido de trabajo. A continuación, después de haber pasado por el dispositivo 110 de generación de vapor, el fluido de trabajo fluye a través de la cuarta tubería 799 y la cuarta válvula 789 hasta el dispositivo 170 de impulsión de fluido y cierra el bucle.

10 En el ciclo de descarga, la segunda válvula 785 y la cuarta válvula 789 están en la posición abierta y la primera válvula 783 y la tercera válvula 787 están en la posición cerrada. Por tanto, el fluido de trabajo fluye a través de la cuarta tubería 799, el dispositivo 170 de impulsión de fluido y posteriormente la segunda tubería 795.

15 En el modo inactivo, el fluido de trabajo puede impulsarse mediante el dispositivo 687 de impulsión de fluido más pequeño adicional desde el dispositivo 150 de almacenamiento térmico hasta el dispositivo 110 de generación de vapor de tal manera que el dispositivo 110 de generación de vapor puede precalentarse mediante el fluido de trabajo.

20 Debe observarse que el término “que comprende” no excluye otros elementos o etapas y “un” o “una” no excluye una pluralidad. Además pueden combinarse elementos descritos en asociación con diferentes realizaciones. También debe observarse que no debe interpretarse que los signos de referencia en las reivindicaciones limitan el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (100) para almacenar energía térmica, comprendiendo el sistema (100)
- 5 un dispositivo (150) de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica,
- en el que puede hacerse circular un fluido de trabajo a través del dispositivo (150) de almacenamiento térmico de tal manera que puede intercambiarse energía térmica entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el fluido de trabajo,
- 10 un dispositivo (110) de generación de vapor para calentar un fluido de trabajo de turbina de vapor de un sistema (120) de turbina de vapor,
- 15 una tubería (140) de conexión que conecta el dispositivo (150) de almacenamiento térmico con el dispositivo (110) de generación de vapor de tal manera que el fluido de trabajo puede alimentarse al dispositivo (110) de generación de vapor para calentar el fluido de trabajo de turbina de vapor, y
- un dispositivo (180) de precalentamiento,
- 20 en el que el dispositivo (180) de precalentamiento se conecta entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el dispositivo (110) de generación de vapor de tal manera que el dispositivo (180) de precalentamiento y una sección (141) de derivación de la tubería (140) de conexión se conectan en paralelo de tal manera que
- 25 una parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través del dispositivo (180) de precalentamiento, y
- una parte de derivación del fluido de trabajo puede hacerse fluir a través de la sección (141) de derivación de la tubería (140) de conexión,
- 30 comprendiendo además el sistema
- una tubería (182) de precalentamiento que se conecta entre el dispositivo (110) de generación de vapor y el dispositivo (180) de precalentamiento,
- 35 en el que la parte de precalentamiento del fluido de trabajo puede hacerse fluir de manera selectiva a través de la tubería (182) de precalentamiento desde el dispositivo (180) de precalentamiento hasta el dispositivo (110) de generación de vapor, cuando el dispositivo de almacenamiento térmico ni está cargando energía térmica ni está descargando energía térmica.
- 40
2. Sistema según la reivindicación 1,
- en el que la capacidad de almacenamiento de calor del dispositivo (180) de precalentamiento es aproximadamente del 5% al 25% de la capacidad de almacenamiento de calor del dispositivo (150) de almacenamiento térmico.
- 45
3. Sistema (100) según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además
- 50 un dispositivo (170) de impulsión de fluido, en particular una soplante, para impulsar el fluido de trabajo,
- en el que el dispositivo (170) de impulsión de fluido se acopla al dispositivo (150) de almacenamiento térmico para impulsar el fluido de trabajo entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el dispositivo (110) de generación de vapor.
- 55
4. Sistema según la reivindicación 3,
- en el que el dispositivo (170) de impulsión de fluido se conecta a la tubería (140) de conexión.
- 60
5. Sistema (100) según la reivindicación 3 ó 4, que comprende además
- una primera tubería (793) que se conecta entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el dispositivo (170) de impulsión de fluido,
- una primera válvula (783),
- 65 en el que la primera válvula (783) se conecta a la primera tubería (793) para controlar un flujo de fluido de

- trabajo entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el dispositivo (170) de impulsión de fluido,
una segunda tubería (795) que se conecta entre el dispositivo (170) de impulsión de fluido y el dispositivo (150) de almacenamiento térmico,
5 una segunda válvula (785),
en el que la segunda válvula (785) se conecta a la segunda tubería (795) para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo (170) de impulsión de fluido y el dispositivo (150) de almacenamiento térmico,
10 una tercera tubería (797) que se conecta entre el dispositivo (170) de impulsión de fluido y el dispositivo (110) de generación de vapor,
una tercera válvula (787),
15 en el que la tercera válvula (787) se conecta a la tercera tubería (797) para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo (170) de impulsión de fluido y el dispositivo (110) de generación de vapor,
una cuarta tubería (799) que se conecta entre el dispositivo (110) de generación de vapor y el dispositivo (170) de impulsión de fluido, y
20 una cuarta válvula (789),
en el que la cuarta válvula (789) se conecta a la cuarta tubería (799) para controlar un flujo de fluido de trabajo entre el dispositivo (110) de generación de vapor y el dispositivo (170) de impulsión de fluido.
25
6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además
un dispositivo (130) calentador para calentar el fluido de trabajo,
30 en el que el dispositivo (130) calentador se conecta entre el dispositivo (150) de almacenamiento térmico y el dispositivo (180) de precalentamiento.
7. Sistema (100) según la reivindicación 6, que comprende además
35 un dispositivo (171) de impulsión de fluido adicional, en particular una soplante, para impulsar el fluido de trabajo,
en el que el dispositivo (171) de impulsión de fluido adicional para impulsar el fluido de trabajo se acopla entre el dispositivo (180) de precalentamiento y el dispositivo (130) calentador.
40
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
45 en el que el dispositivo (180) de precalentamiento es un intercambiador (280) de calor de agua para calentar un agua de alimentación,
en el que el intercambiador (280) de calor de agua se conecta con el sistema (120) de turbina de vapor de tal manera que el agua de alimentación puede alimentarse al sistema de turbina de vapor desde el intercambiador (280) de calor de agua.
50
9. Sistema según la reivindicación 8, que comprende además
un tanque (381) de agua de alimentación para almacenar el agua de alimentación,
55 en el que el tanque (381) de agua de alimentación se conecta entre el intercambiador (280) de calor de agua y el sistema (120) de turbina de vapor.
10. Sistema según la reivindicación 8 ó 9,
60 en el que el agua de alimentación es el fluido de trabajo de turbina de vapor.
11. Sistema según la reivindicación 8 ó 9, que comprende además
un intercambiador (483) de calor de agua adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor, y un fluido de transporte térmico,
65

en el que el intercambiador (483) de calor de agua adicional se conecta al intercambiador (280) de calor de agua de tal manera que el fluido de transporte térmico puede alimentarse al intercambiador (483) de calor de agua adicional para precalentar el fluido de trabajo de turbina de vapor.

5 12. Sistema según la reivindicación 8, que comprende además

un dispositivo (585) calentador de precalentamiento para calentar el agua de alimentación,

10 en el que el dispositivo (585) calentador de precalentamiento se conecta entre el intercambiador (280) de calor de agua y el sistema (120) de turbina de vapor.

13. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 12,

15 en el que el dispositivo (110) de generación de vapor es un generador de vapor de recuperación de calor.

14. Método para hacer funcionar un sistema (100) para almacenar energía térmica según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método

20 guiar el fluido de trabajo a través del dispositivo (150) de almacenamiento térmico de tal manera que se intercambia energía térmica entre el dispositivo (150) de almacenamiento de calor y el fluido de trabajo,

guiar la parte de precalentamiento del fluido de trabajo a través del dispositivo (180) de precalentamiento,

25 guiar la parte de derivación del fluido de trabajo a través de la sección (141) de derivación de la tubería (140) de conexión, y

30 proporcionar una temperatura constante del dispositivo (110) de generación de vapor guiando la parte de precalentamiento del fluido de trabajo a través de la tubería (182) de precalentamiento desde el dispositivo (180) de precalentamiento hasta el dispositivo (110) de generación de vapor cuando el sistema está en modo inactivo, es decir cuando el dispositivo de almacenamiento térmico ni está cargando energía térmica ni está descargando energía térmica.

FIG 2

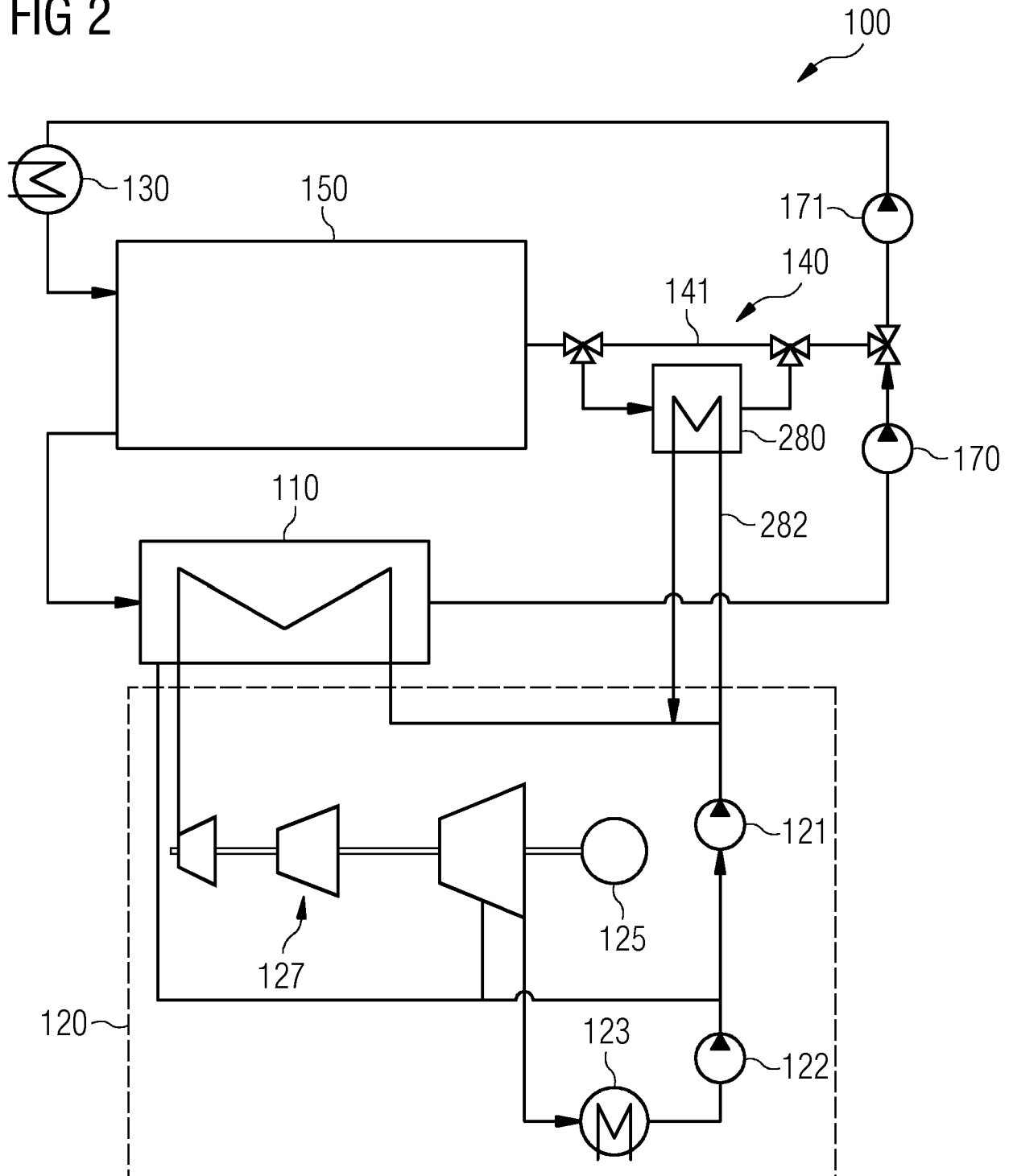


FIG 3

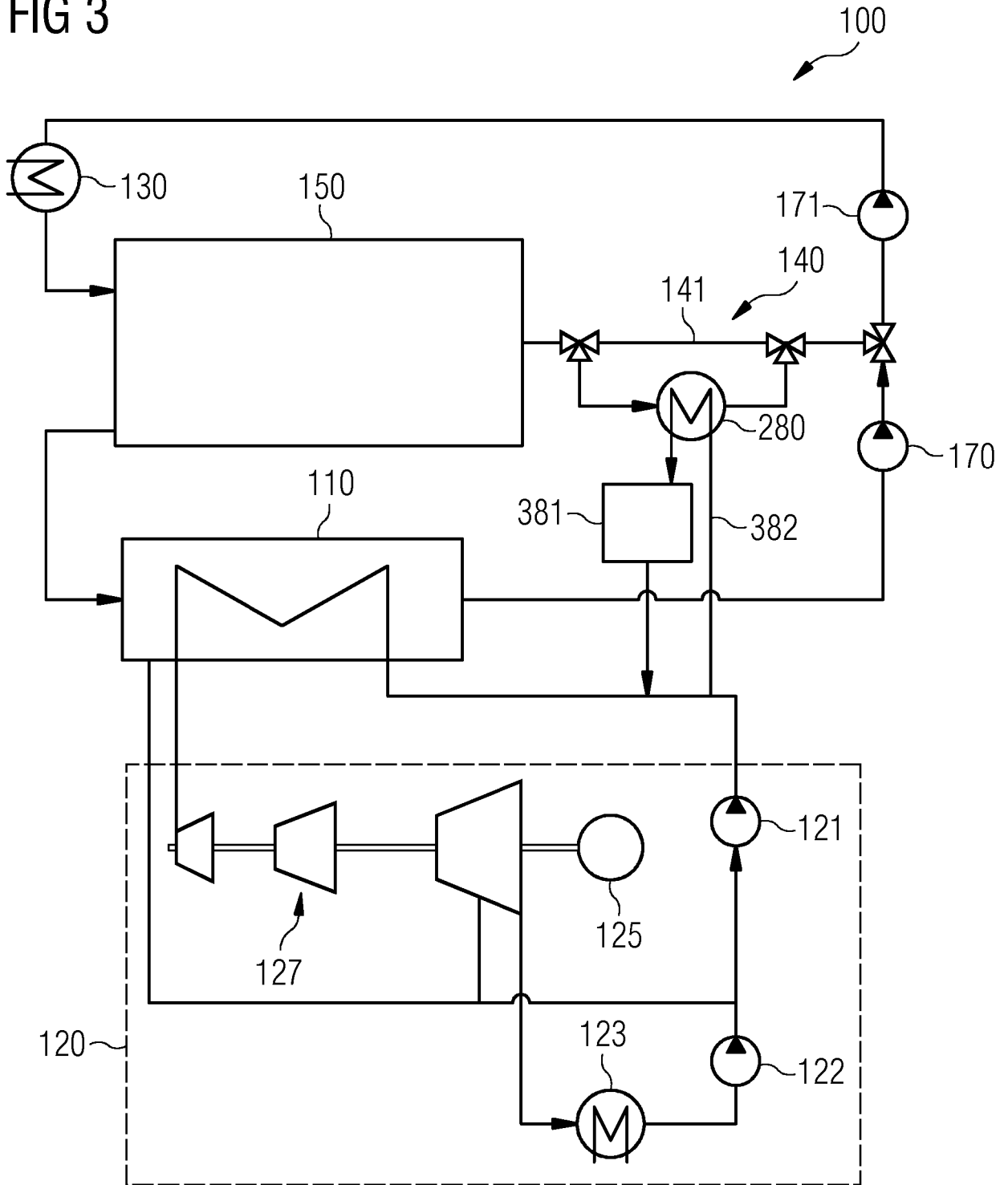


FIG 4

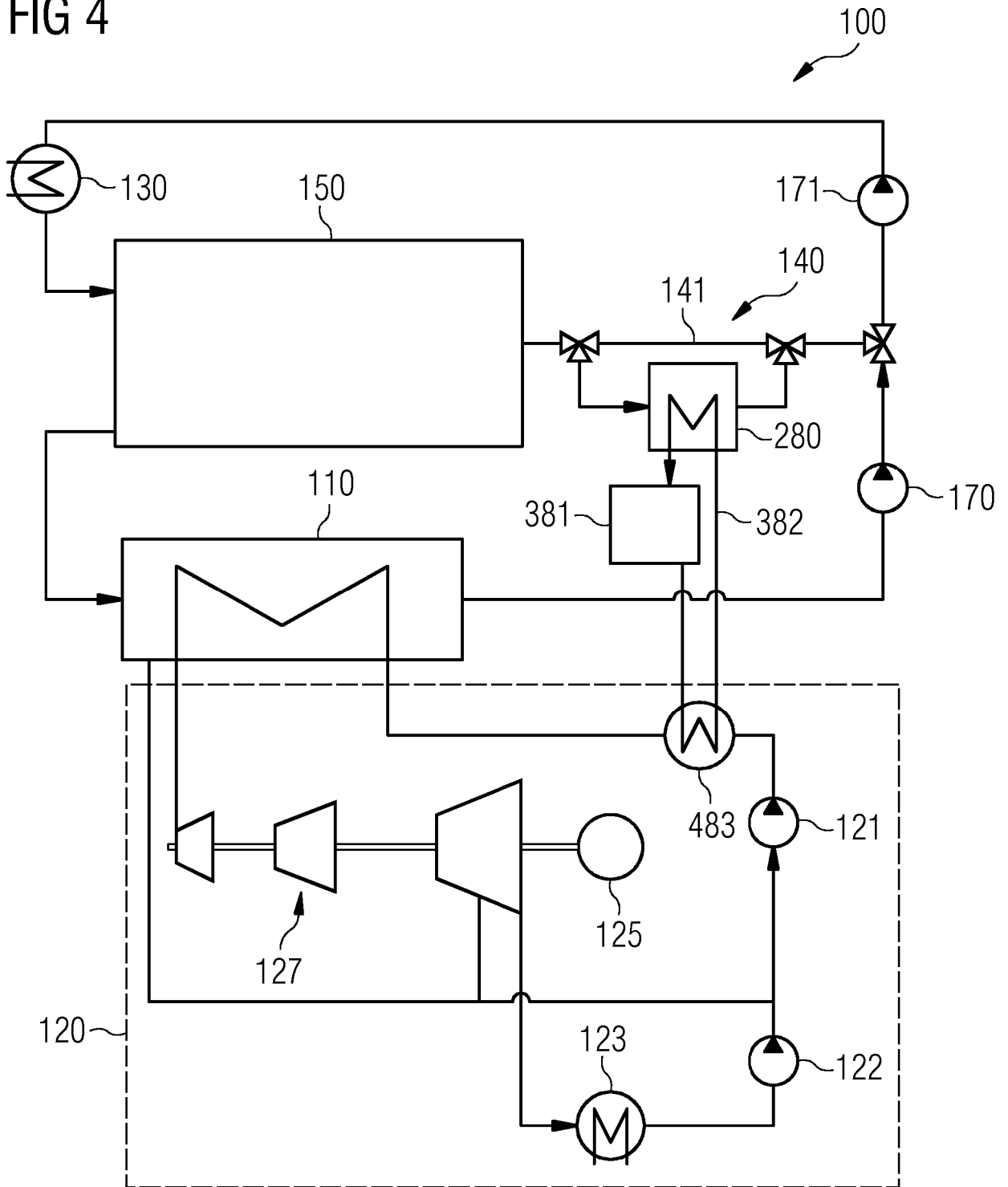


FIG 5

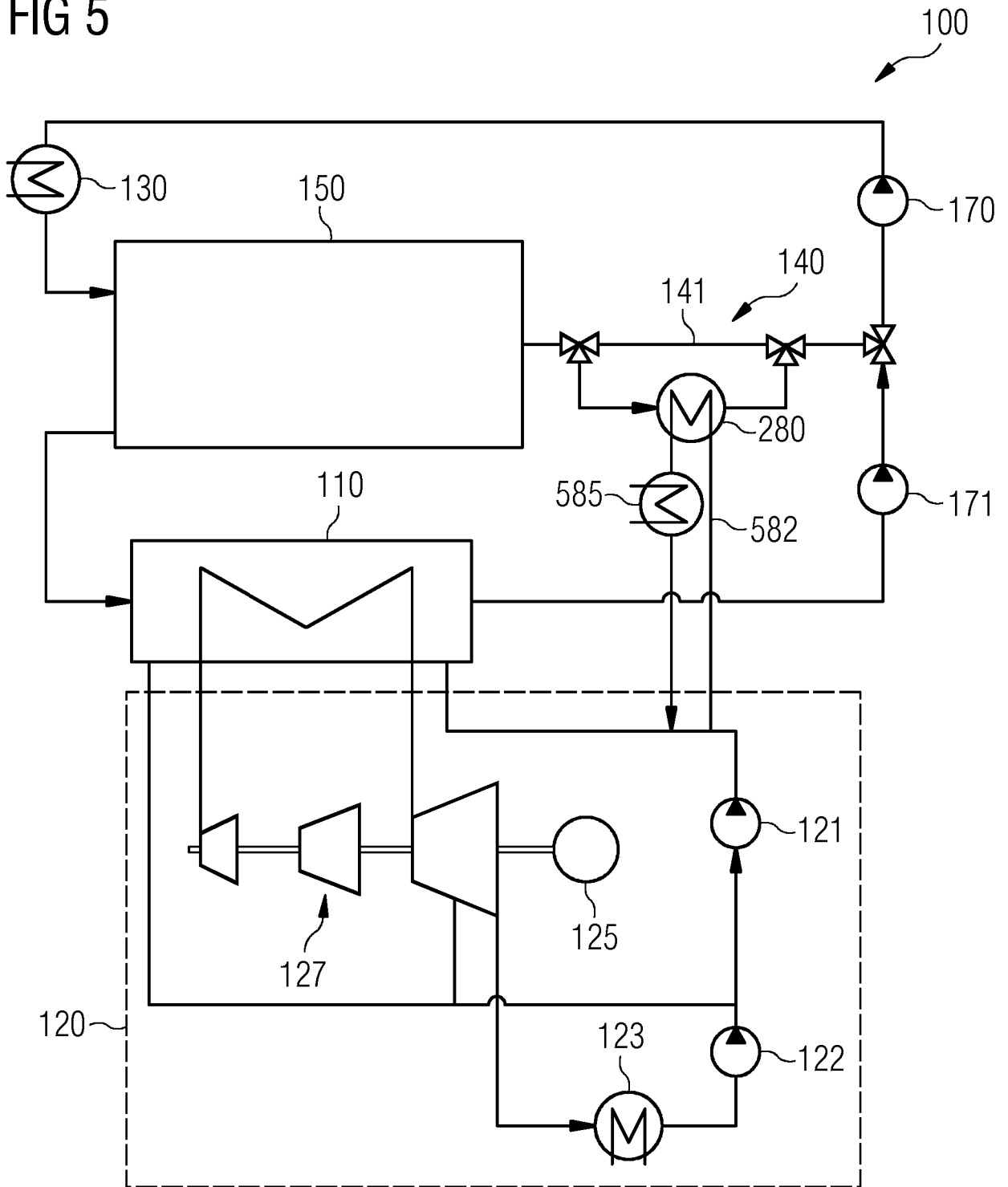


FIG 6

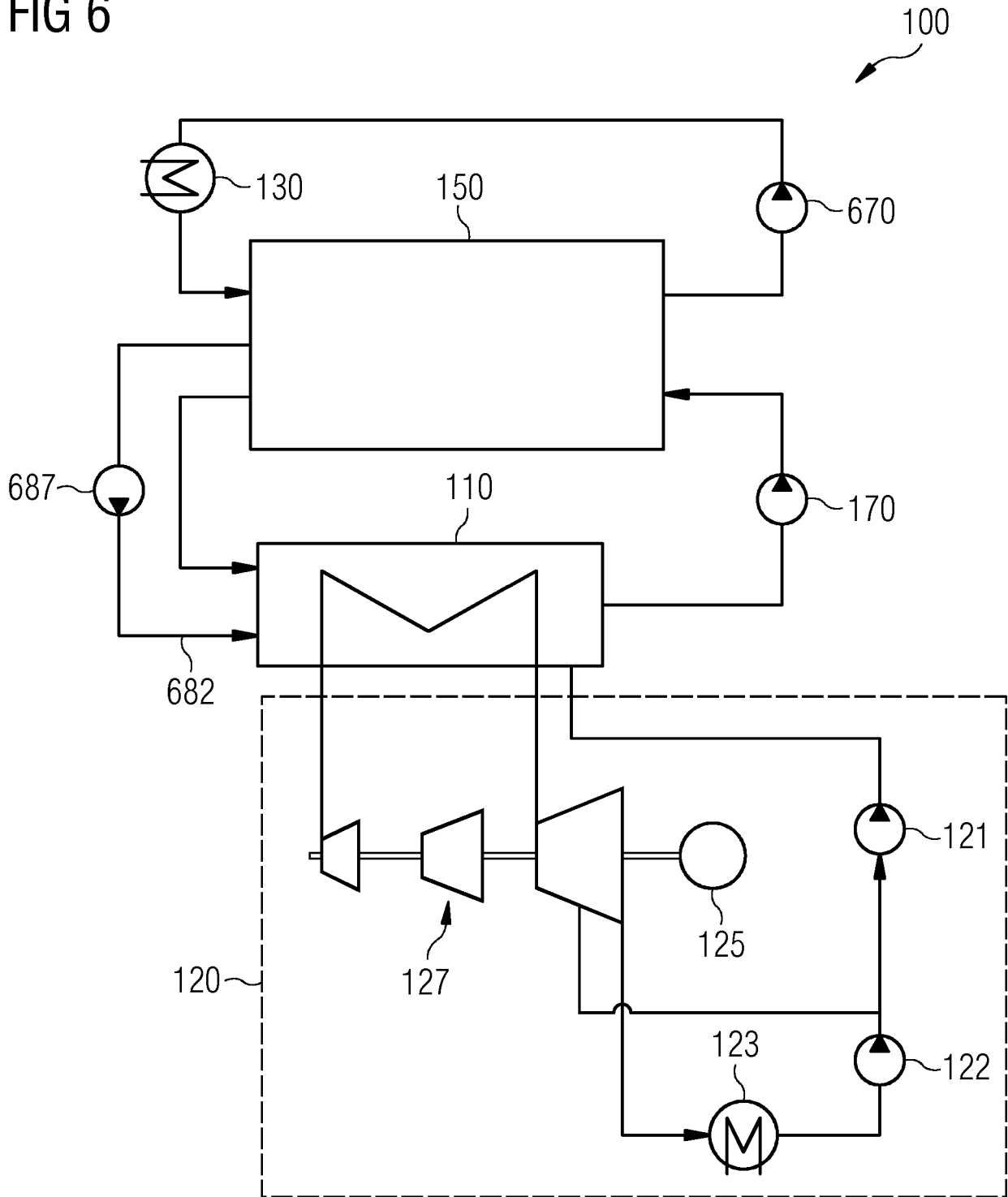


FIG 7

